

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
**DE 195 19 191 A 1**

⑤1 Int. Cl.®:  
**F 02 M 51/06**  
F 02 M 63/00

②1 Aktenzeichen: 195 19 191.9  
②2 Anmeldetag: 24. 5. 95  
④3 Offenlegungstag: 19. 12. 98

DE 195 19 191 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

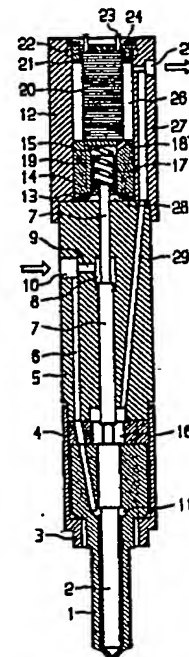
⑦2 Erfinder:  
Klügl, Wendelin, Dipl.-Ing., 82358 Seubersdorf, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 43 06 073 C1  
DE 38 21 307 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einspritzventil

⑤7 Ein Einspritzventil mit einer in einem Ventilgehäuse (1) angeordneten Düsennadel (2), einem Kraftstoffzulauf und einer piezoelektrischen, hydraulisch übersetzten Ansteuer-einrichtung ist, um ein schnelles Schalten des Ventils zu ermöglichen, so ausgebildet, daß die Düsennadel (2) über einen Stößel (7) durch einen Sekundärkolben (14) direkt steuerbar ist, der durch den Primärkolben (19) der Piezoan-steuereinrichtung antreibbar ist.  
Anwendbar bei Dieselmotoren.



DE 195 19 191 A 1

Die Erfindung betrifft ein Einspritzventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein solches Einspritzventil ist beispielsweise durch die EP-A 0 531 533 bekannt. Diese Veröffentlichung behandelt eine Dieseleinspritzeinrichtung mit einem Hochdrucksystem (Common-Rail-System) bei dem der Kraftstoff einem Hochdruckspeicher über eine Hochdruckpumpe zugeführt wird. Dieser unter hohem Druck stehende Kraftstoff wird dann entsprechend einer Steuerung den einzelnen Zylindern eines Dieselmotors über Einspritzventile zugeführt. Dabei werden die Einspritzventile jeweils über ein Magnetventil angesteuert, um beispielsweise auch individuelle Einspritzzeiten zu ermöglichen.

Um insbesondere Einspritzventile zu erhalten, mit denen auch eine Voreinspritzung möglich ist, um damit Verbrauch, Abgaswerte, Geräusch usw. zu verbessern, sollen die Einspritzventile bei hohen Einspritzdrücken schnell schaltbar sein. Bei hohen Speicherdrücken ist bei Verwendung eines Magnetventils eine Voreinspritzung schwer möglich, da die Schaltzeiten des Magnetventils zu lang sind und der volle Hub des Ventils durchlaufen werden muß, damit reproduzierbare Bedingungen, beispielsweise die Einspritzmenge, erreicht werden. Außerdem ist die Formung der Einspritzrate, d. h. langsames Öffnen, jedoch schnellstes Schließen der Düsennadel, wobei die Formung der Einspritzrate gemäß einem Kennfeld vorgenommen werden kann, kaum möglich.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Einspritzventil bereitzustellen, das äußerst schnell schaltbar ist.

Diese Aufgabe wird durch den Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Da die Düsennadel durch den Piezoaktuator praktisch direkt betätigt wird, wird eine schnellstmögliche Betätigung der Düsennadel erzielt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Abbildung näher erläutert.

Die Abbildung zeigt ein Einspritzventil im Schnitt.

Das in der Abbildung gezeigte Einspritzventil besteht aus einem langgestreckten Gehäuse 5, auf dessen unteren Ende eine Überwurfmutter 3 aufgeschraubt ist. Mit dieser Überwurfmutter 3 wird vom unteren Ende des Gehäuses 5 aus eine Zwischenscheibe 4 und ein Düsenkörper 1, in welchem eine Düsennadel 2 geführt ist, gehalten. Die Zwischenscheibe 4 und der Düsenkörper 1 weisen eine Mittelbohrung auf, in der die Düsennadel 2 in axialer Richtung verschiebbar geführt ist. Im Gehäuse 5 ist in axialer Richtung ein abgestufter Stößel 7 geführt, der an einem Ende an der Düsennadel 2 anliegt und am anderen Ende mit einem Sekundärkolben 14 der piezoelektrischen Antriebseinrichtung verbunden ist. Im Bereich der Abstufung des Stößels 7 ist ein erster Druckraum 8 vorgesehen, der über eine Zulaufbohrung 9 mit einem Kraftstoff-Zulaufanschluß 10 verbunden ist. Dieser Hochdruck-Zulaufanschluß 10 ist außerdem über eine Zulaufbohrung 6 mit einem zweiten Druckraum 11 verbunden, in dessen Bereich die Düsennadel 2 abgestuft ist, wodurch eine Steuerfläche zur Steuerung der Düsennadel 2 gebildet wird.

Wie oben beschrieben steht der Stößel 7 mit einem Sekundärkolben 14 in Verbindung, der in einem Primärkolben geführt ist. Auf den Primärkolben wirkt ein Piezoaktuator 20 ein, der in einem Verschluß 21 gelagert ist und gegenüber dem Aktuatorgehäuse 12 mittels eines

O-Ringes 22 abgedichtet ist. In axialer Richtung ist der Verschluß 21 mittels eines Sicherungsringes 24 gesichert. Elektrische Anschlüsse 23 sind zum Aktuator 20 geführt.

Der Piezoaktuator 20 wirkt über den Primärkolben 19 auf eine Tellerfeder 13. Weiter ist in der Ausnehmung des Sekundärkolbens eine Feder 15 vorgesehen, die auf eine Innenfläche des Primärkolbens 19 drückt.

Das Einspritzventil weist außerdem mehrere unter Niederdruck stehende Bohrungen bzw. Räume auf. So befindet sich ein Raum 16 im Bereich zwischen dem Stößel 7 und einem Ende der Düsennadel 2. Dieser Raum 16 steht über eine Leckagebohrung 27 und 29 mit einem Rücklauf 25 in Verbindung. Der Piezoaktuator 20 ist in einem Leckageraum 26 angeordnet, der ebenfalls in den Rücklauf mündet. Dieser Raum 26 steht weiter über eine Entlastungsbohrung 18 mit einem Raum 17 in Verbindung, in welchem die Feder 15 angeordnet ist. Der Arbeitsraum 28 im Bereich der Tellerfeder 13 ist immer satt mit Kraftstoff gefüllt, der aufgrund des Spiels zwischen dem oberen Bereich des Stößels 7 und dem Gehäuse 5 in diesen Raum eindringt.

Die wirksamen Flächen für den Druck sind bei geschlossener Düse so ausgelegt, daß die Ringfläche am Stößel 7 etwas kleiner ist als die Ringfläche an der Druckschulter der Düsennadel 2. Es verbleibt daher auch bei geschlossener Düsennadel 2 immer eine resultierende Druckkraft, die nach oben wirkt, aber so ist, daß sie von der Federkraft der Feder 15 übertroffen wird, wodurch die Düsennadel 2 sicher auf ihren Sitz gedrückt wird. In dieser Stellung erfolgt keine Einspritzung. Die genannten wirksamen Durchmesser des Stößels 7 und der Düsennadel 2 werden jedoch so ausgelegt, daß die Feder 15 auf vertretbare, möglichst kleine Kräfte ausgelegt werden kann. Die Federkraft muß jedoch so groß sein, daß die Düsennadel 2 bei Ende der Einspritzung schnell genug auf den Sitz gedrückt werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sie während der Einspritzung der Düsensitzfläche nach oben wirkt. Ein schneller Schließvorgang der Düsennadel wirkt sich günstig auf die Abgaswerte der Brennkraftmaschine aus.

Ein Piezoaktuator bietet die Möglichkeit, schnellere Schaltvorgänge als ein Elektromagnet zu realisieren. Problematisch sind jedoch die kleinen Wege, die ein Piezoaktuator macht und deshalb übersetzt werden müssen.

Die Funktionsweise des Piezoactuators auf die Einspritzdüse ist folgende:

Der Stößel 7 zum Gehäuse 5 und der Sekundärkolben 14 zum Primärkolben 19 sowie der Primärkolben 19 zum Aktuatorgehäuse 12 sind zueinander mit Passungen gepaart. Die Passungen stellen jedoch nur eine Spaltdichtung dar, so daß eine kleine Menge Kraftstoff ständig vom Zulauf 10 durch den Druckraum 8 am Stößel 7 entlang lecken kann. Der eine Leckageanteil geht in Richtung Düsennadel 2 und muß über die Leckagebohrungen 29 und 27 dem Rücklauf zugeführt werden. Der andere Leckageanteil gelangt in den Arbeitsraum 28 und hält diesen befüllt. Überschüssig durchströmter Leckagekraftstoff gelangt am Sekundärkolben 14 entlang über die Entlastungsbohrung 18 in den Leckageraum 26 und von dort zum Rücklauf 25. Der Arbeitsraum 28 ist somit immer satt mit Kraftstoff gefüllt. Die Tellerfeder 13 drückt den Primärkolben 19 mit einer definierten Vorspannkraft gegen den Piezoaktuator 20 spiel frei in die Ausgangsstellung. In der Ausgangsstellung (Ruhestellung) wird der Stößel 7 von der Feder 15

über den Sekundärkolben 14 nach unten gedrückt (keine Einspritzung in diesem Zustand). Bei Bestromen des Piezoaktuators 20 dehnt sich 20 nach unten aus und bewegt den Primärkolben 19 gegen die Kraft der Tellerfeder 13 ebenfalls nach unten. Das Flüssigkeitsvolumen im Arbeitsraum 28 wird verdrängt und führt den Sekundärkolben 14 mit dem Stößel nach oben, wodurch die Düsennadel 2 aufgrund der resultierenden Druckkraft nach oben bewegt wird. Hierdurch wird der Einspritzbeginn ausgelöst.

Diese Konstruktion des Piezoaktuators mit den beiden Kolben gewährleistet, daß der Stößel 7 und damit die Düsennadel 2 immer aus einer definierten Ausgangslage bewegt werden. Für die Bewegung der Düsennadel 2 ist allein die Dynamik des Sekundärkolbens 14 mit dem Stößel 7 maßgebend und nicht die Dynamik einer Hydraulik wie bei bekannten Systemen mit Ventilen. Alle Wärmedehnungen sind kompensiert. Der Arbeitsraum ist immer satt gefüllt. Der Piezoaktor ist praktisch immer auf die gleiche Vorspannkraft gespannt.

Der Rücklauf 25 ist auf Niederdruck entlastet. Als Piezoaktor werden Piezostacks favorisiert, die einen Betrieb mit relativ kleinen Spannungen auch im Fahrzeug erleichtern.

### Patentansprüche

1. Einspritzventil für Kraftstoffeinspritzsysteme, mit:

- einer in einem Ventilgehäuse (1) angeordneten Düsennadel (2), die zumindest eine Einspritzöffnung des Einspritzventils öffnen und schließen kann,
- einem Kraftstoffzulauf (10), der über jeweils einen Druckraum (8, 16) mit zwei unterschiedlich großen Steuerflächen der Düsennadel (2) und eines die Düsennadel (29) antreibenden Stößels (7) hydraulisch in Verbindung steht,
- einer piezoelektrischen Ansteuereinrichtung, die über einen Primär- und Sekundärkolben (14, 19) hydraulisch übersetzt ist und die die Düsennadel (2) steuert,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Düsennadel (2) über den Stößel (7) durch den Sekundärkolben (14) direkt steuerbar ist, der durch den Primärkolben (19) der Piezoansteuereinrichtung antreibbar ist.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sekundärkolben (14) fest mit dem Stößel (7) verbunden ist und gegenüber dem Primärkolben (19) über eine Feder (15) vorgespannt ist.

3. Einspritzventil nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Feder (15) den Sekundärkolben (14) in Richtung auf die Düsennadel (2) vorspannt.

4. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerflächen durch Ringflächen gebildet sind und die eine Ringfläche des Stößels (7) etwas kleiner als die andere Ringfläche an der Druckschulter der Düsennadel (2) ist, so daß immer eine resultierende Kraft in Richtung auf die Antriebsvorrichtung verbleibt.

5. Einspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die resultierende Kraft kleiner ist als die Kraft der Feder (15), so daß die Düsennadel (2) bei inaktiver Ansteuereinrichtung auf ihren

Sitz gedrückt wird.

6. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Primärkolben (19) und Sekundärkolben (14) gebildete Arbeitsraum (28) über einen Leckagestrom des Einspritzventils immer gefüllt ist.

7. Einspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Stößel (7) und dem Gehäuse (5) sowie zwischen Primärkolben (19) und Sekundärkolben (14) sowie zwischen Primärkolben (19) und Gehäuse (12) Spalte vorgesehen sind, die so ausgelegt sind, daß dazwischen jeweils eine geringe Leckage stattfindet, so daß der Arbeitsraum (28) immer mit Flüssigkeit gefüllt ist, und daß bei Wärmedehnungen der Piezoaktor eine spielausgegliche, mit Druckspannung vorgespannte und eindeutig definierte Ausgangslage vor dem Anschalten einer elektrischen Spannung hat.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

